

K. Binnemans

## Mijnlampen, licht in de ondergrond (2)

### 4.-Veiligheidslamp

De arbeid in de steenkoolmijnen was vroeger veel gevaarlijker dan het werken in metaalertsminen. Naast het in alle mijnen aanwezige instortingsgevaar en het gevaar voor verstikking door koolstofdioxyde bij een slechte verluchting, kenden steenkoolmijnen nog twee bijkomende specifieke problemen. Vooreerst waren er de **steenkoolstofexplosies**. Het fijn in de lucht verdeelde stof is zeer ontvlambaar en kan in de aanwezigheid van een open vlam explosief ontbranden. Zulke stofexplosies komen bij voorbeeld ook voor in graansilo's. Ze zijn te verklaren door het feit dat door de fijne verdeling van de vaste stof een zulk groot oppervlak ontstaat, dat de reactiesnelheid van de chemische verbranding zeer sterk toeneemt. Tegen steenkoolstofexplosies kan men zich wapenen door de steenkoollagen te bevochtigen. Bovendien werd door de reductie van stof ook de kans op stoflong bij de mijnwerker verminderd.

Veel gevaarlijker is de aanwezigheid van **mijngas**. Dit is **methaan** ( $\text{CH}_4$ ), dat bij het ontbindingsproces van organische stoffen en bij het verkolingsproces ontstaat. Hoewel zuiver methaangas op zich niet schadelijk is (tenzij in een gesloten ruimte gevaar voor verstikking), kan het met luchtzuurstof een hoogexplosief gasmengsel vormen. Opmerkelijk is, dat het mengsel slechts explosief is bij een methaangehalte tussen 5 en 14%. Onder 5% is het gasmengsel ongevaarlijk, terwijl boven 14% het zuurstofaandeel in de lucht te gering is voor een brandende vlam en de mijnlamp dus uitgedoofd werd.

Wanneer er zich een **mijngasexplosie** ("grauwvuur") heeft voorgedaan, is het gevaar nog niet geweken, omdat dan veel koolstofdioxyde als reactieprodukt bij de verbranding ontstaat. Er bestaat nog altijd een grote kans dat de mijnwerkers, die de explosie overleefden, door verstikking om het leven komen. Reddingswerken worden op deze manier ook ten zeerste bemoeilijkt.

Mijngasexplosies zijn eerst bekend geworden, nadat men steeds dieper liggende steenkoollagen ging ontginnen. Ondiepe steenkoollagen waren reeds in de loop van de tijden op een natuurlijke wijze ontgast, omdat methaan via de poreuze deklagen naar de oppervlakte kon dringen. Een verhoogde kans op mijngasexplosies ontstaat bij een plotse daling van de barometerstand (en dus daling van de luchtdruk), omdat dan de steenkoollagen ook sterker ontgast worden. De eerste mijngasexplosie vond plaats in 1696 in het Luikse steenkoolbekken. Van dan af werden explosies steeds talrijker en men ontdekte dat de voornaamste oorzaak de open vlam van de mijnlamp was. Omdat men echter het mijngas nog niet kende, waren de voorzorgsmaatregelen echter zelden succesvol. Zo trachtte men de "duivelse mijngeesten" met gebeden en gewijde mijnlampen te doen wijken. Bij andere pogingen probeerde men de geesten door zwaaien met takkenbundels en doeken op de vlucht te jagen. Hierdoor bereikte men onbewust een grotere toevoer van verse lucht, zodat bij een geringe gasconcentratie het ontploffingsgevaar tenminste tijdelijk geweken was.

Later ontdekte men, dat men de mijngassen door verbranding onschadelijk kon maken. Men stuurde een ter dood veroordeelde of een gevangene in de mijngangen waar er explosiegevaar was. Op de grond liggend moest hij met een kaars aan een stok het lichtere methaangas tegen de zoldering doen branden, zodat het explosiegevaar ontweek. De man moest deze gevaarlijke opdracht dikwijls met zijn leven betalen. Overleefde hij, dan werd hem vaak de vrijheid geschonken. Wanneer er

geen misdadigers voorhanden waren, werd de karwei door een vrijwilliger of door een door het lot aangeduide mijnwerker geklaard.

Men trachtte ook om in de plaats van kaarsen en olielampen, fosforescerende voorwerpen als verlichtingsbron te gebruiken. Naast verschillende soorten gedroogde vissen (fosforescerende schubben!), gebruikte men op de eerste plaats "Compton-fosfor". Dit is calciumsulfide dat bereid wordt door gloeien van kalk (uit gebrande oesterschalen) met zwavel. Het produkt werd tussen twee glasschijven geklemd en gedurende een lange tijd aan het zonlicht blootgesteld. De lichtsterkte van deze fosfor was echter zeer gering en nam bovendien snel af. In 1735 werd door ing. **Spedding** (Whitehaven, Engeland) de "staalmolen" uitgevonden. Dit was een stalen schijf die via een tandradmechanisme met een hendel snel kon rondgedraaid worden. Tegen deze stalen schijf werd dan een vuursteen gedrukt, zodat er een vonkenregen ontstond. De temperatuur van deze vonken was lager dan de ontbrandingstemperatuur van het mijngas. Hoewel deze vonken zeer weinig licht gaven, werd de staalmolen in Engeland veel gebruikt. Nochtans was het een zeer dure lichtbron, omdat elke mijnwerker een jongen bij zich had om de "lamp" te bedienen. Bovendien was het toch niet zo veilig als men eerst wel dacht, zodat er toch nog regelmatig mijngasexplosies waren.

In 1796 ontwikkelde de Duitse geleerde **Alexander von Humboldt** een mijnlamp, waarbij de verbrandingsruimte volledig van de buitenlucht gescheiden was. De benodigde zuurstof werd geleverd door een behouder waarin zich samengeperste atmosfeerlucht bevond. Deze lamp werd niet populair omwille van de moeilijke constructie en onderhoud.

In 1813 berichtte de Engelse scheepsdokter **William Reid Clanny** over een "veiligheidslamp", waarbij het principe, zoals bij de lamp van Humboldt, de isolatie van de vlam was. Via een blaasbalg werd lucht toegevoerd en deze ging eerst door een bak met water. Ook de verbrandingsgassen werden door een waterbak geleid. Deze waterbehouders waren in feite ventielen. Deze lamp was niet praktisch omwille van zijn hoge gewicht en de open waterbak. Bovendien was er voor de bediening van de blaasbalg een afzonderlijk mijnwerker vereist.

Voor de ontwikkeling van praktische veiligheidslampen werden in het begin van de 19de eeuw hoge geldprijzen uitgelooft, omdat de mijngasexplosies een groot maatschappelijk probleem vormden en een zware tol aan mensenlevens eisten. Het probleem werd opgelost door **Sir Humphrey Davy** (1778 - 1829), die één van de grootste chemici van zijn tijd was. Davy nam vele mijngasstalen in Engelse steenkoolmijnen en analyseerde die in zijn laboratorium. Hij vond dat methaangas met lucht vermengd explosief was, in het bovengemelde concentratiegebied van 5 tot 14%  $\text{CH}_4$ . In 1815 ontdekte hij dat een vlam niet door metaalgaas kan heendringen, alhoewel aan de andere zijde van het draadnet een explosief gasmengsel aanwezig is. Het draadnet koelt de verbrandingsgassen door geleiding zodanig af, dat ze niet meer in staat zijn om het methaan-luchtmengsel te doen exploderen. Hiermee was het principe gevonden waarop alle latere veiligheidslampen gebaseerd zijn. De **Davy-lamp** bestond dus uit een olielamp, waarbij de vlam door een draadnet omgeven is.

Onafhankelijk van Davy ontwikkelde de Engelsman **George Stephenson** (de latere uitvinder van de stoomlocomotief) in 1815 een veiligheidslamp, waarbij hij i.p.v. een metaalgaas een geperforeerde metaalplaat gebruikte. Later werd bij de lampen van Stephenson ook metaalgaas toegepast.

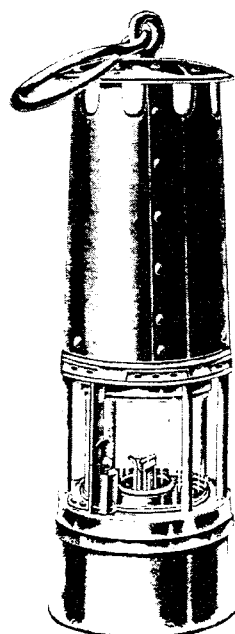
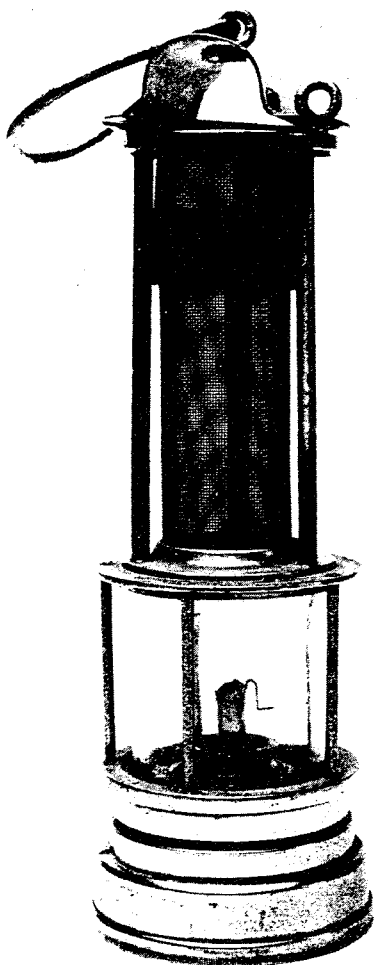
Hoewel de Davy-lamp meer licht gaf dan de fosforescerende mengsels en de "staalmolen", was de lichtsterkte toch heel gering. Wanneer de lamp pas aangestoken was, gaf ze niet meer licht dan één derde van een kaarsenvlam en dit rendement verminderde nog door afzetting van steenkoolstof en roet van de wiek op het draadnet. Dr. **William Reid Clanny** (die reeds vroeger vermeld werd) omgaf in 1843 de vlam met een glascylinder, waarop hij een draadnet zette. Deze **Clanny-lamp** is dus in feite niets anders dan een met een glascylinder verbeterde Davy-lamp,

maar ze gaf wel meer licht.

Ondanks de uitvinding van de veiligheidslamp daalde het aantal mijngasexplosies niet. Hiervoor waren er hoofdzakelijk twee oorzaken. Enerzijds werden bijzonder mijngasrijke steenkoollagen weer ontgonnen. De mijnwerkers voelden zich met hun nieuwe veiligheidslampen te zeker en werden roekeloos. Alhoewel het enkel toegestaan was om uitgedoofde lampen op welbepaalde, goed verluchte plaatsen te openen en terug aan te steken, hield vrijwel niemand met deze voorzorgsmaatregel rekening. Anderzijds bestond het gevaar dat de lamp "doorgeblazen" werd. Dit doorblazen kon plaatsvinden als de lamp schuin gehouden werd, zodat het draadnet gloeiend werd en het mijngasmengsel kon doen exploderen of als sterke luchtstromingen in de mijn het binnen de lamp brandende gasmengsel door het draadnet heen naar buiten bliezen.

Omstreeks 1840 plaatste de Luikse mijnningenieur L. **Müseler** een conisch gemaakte schoorsteen boven de glascylinder en binnen de draadnetcylinder. Een draadnet scheidde de verbrandingsruimte in de lamp van de bovenstaande ruimte binnen het draadnet. Door de schoorsteenwerking was er een betere zuurstoftoevoer, zodat de vlam moeilijker uitgedoofd werd. Bovendien doofde de lamp echter vanzelf uit als ze schuin werd gehouden. Door de verstoorde luchtcirculatie konden de verbrandingsprodukten koolstofdioxyde ( $\text{CO}_2$ ) en koolstofmonoxyde ( $\text{CO}$ ) niet meer ontwijken, waardoor de verbranding niet kon onderhouden worden. De **Müseler-lamp** was hierdoor veel veiliger dan de vroegere veiligheidslampen.

Een verdere verbetering werd in 1871 door de Fransman L. **Marsaut** aangebracht. Hij omgaf het buitenste draadnet door een mantel uit metaalblik, waarin onderaan en boven openingen voor de luchtcirculatie werden gemaakt. De **Marsaut-mantel** bood veiligheid tegen het doorblazen van de lamp bij sterke luchtstromingen.



**Fig.6** : Veiligheidslamp van Clanny. **Fig.7** : Veiligheidslamp van Marsaut.

Om het ondergronds openen van de lamp te vermijden, werden op de lampen sloten of bijzondere schroeven aangebracht, die alleen door een bovengrondse lampenverantwoordelijke konden geopend worden.

In 1884 werd door **Carl Wolf** in Zwickau (Duitsland) de **magneetsluiting** uitgevonden. Opening van de lamp was enkel mogelijk met behulp van een sterke elektromagneet. Het principe van de magneetsluiting is gebaseerd op een metaalanker dat via een veer tegen een opening in de schroefdraad gedrukt werd. De elektromagneet kon de veer terugtrekken, waardoor de schroefdraad vrij kwam.

Diezelfde Carl Wolf had in 1882 de **benzineveiligheidslamp** ontwikkeld. Benzine heeft het voordeel boven olie, dat de lamp gemakkelijker kan aangestoken worden (een vonk van een vuursteentje was al voldoende), dat de verbranding gelijkmatiger verliep (minder roetvorming) en dat het lichtrendement beter was. Bovendien kon met deze benzinelampen een methaanconcentratie van slechts 1% opgespoord worden. Het was immers al langer bekend, dat de aanwezigheid van mijngas de vlam heviger deed opflakkeren. De mijngasconcentratie kan aan de lengte van de blauwe vlam (de "aureool") geschat worden. Eerst de benzinelamp liet de instelling van een zeer kleine vlam toe die vereist was voor de opsporing van zeer lage gasconcentraties.

Omstreeks 1900 werden ook **acetyleenveiligheidslampen** gemaakt. Deze lampen werden reeds snel verboden, omdat ze bij een onbedachtzaam gebruik te veel hitte ontwikkelden, waardoor ze helemaal niet meer veilig waren.

Door de invoering van de elektrische verlichting heeft de veiligheidslamp haar verlichtingsfunctie grotendeels verloren. Ze wordt heden ten dage nog gebruikt voor de **opsporing van mijngas**, hoewel ze hierbij een steeds grotere concurrentie ondervindt van de elektronische gassnuffelaars.

### 5.-Elektrische verlichting

In al de eerder vermelde lichtbronnen wordt het licht door een vlam geregeld. Vlammen hebben echter het nadeel dat ze voor de verbranding afhankelijk zijn van een goede zuurstoftoevoer. Is die er niet, dan kan de vlam door onvolledige verbranding voor roetvorming zorgen of ze kan zelfs volledig uitdoven. Vlammen

vormen steeds een gevaar voor explosies (zie : veiligheidslamp) en ze verhogen het gehalte aan  $\text{CO}_2$  en CO in de mijn.

Elektrische verlichting kent deze problemen echter niet.

In 1879 vond **Thomas Edison** de **gloeilamp** uit. De eerste vorm van elektrische verlichting die in de mijnen gebruikt werd (vanaf 1910), was de **accu-handlamp**. De elektrische stroom werd door een loodaccu geleverd. De gloeilamp bevond zich boven de accu, zodat de omgeving werd verlicht en er geen gerichte straal werd bekomen. Het grootste nadeel van de acculamp was het hoge gewicht (door het lood van de accu). Daarom richtte het onderzoek zich buiten een verbetering van de lichtsterkte vooral op de ontwikkeling van lichtere accu's, zoals nikkel-cadmium- en zilver-zink-accu's.

Vanaf de jaren 20 werden in de Verenigde Staten **elektrische hoofdlampen** gebruikt.



Fig.8 : Accuhandlamp.

Hierbij werd de accu aan een heupriem gedragen en bevond de lamp zich op de helm. Hierdoor had de mijnwerker de handen vrij, werd hij niet door zijn eigen lamp verblind en verloor hij ook geen tijd met de verplaatsing van de lamp. Bovendien geven hoofdlampen een gerichte lichtbundel, die de bewegingen van het hoofd van de mijnwerker volgde.

In Europa zijn zulke mijnlampen pas vanaf ca.1950 in gebruik genomen. Tegenwoordig vormen ze het modernste type van mijnlamp.

Hoewel er een tendens is om de galerijen van vaste elektrische verlichting te voorzien, is de mijnwerker in de mijngangen waar de afbouw van het erts plaats vindt, toch nog aangewezen op zijn individuele lamp.

#### LITERATUUR

- 1.-K. Porezag, Lapis, 8(1), 19 (1983), "Das bergmännische Geleucht. Frösche, Giesser und Schellen".
- 2.-K. Porezag, Lapis, 8(3), 27 (1983), "Das bergmännische Geleucht. Simplon, Blériot und Tönnchen".
- 3.-K. Porezag, Lapis, 8(9), 27 (1983), "Das bergmännische Geleucht . Davy, Brathuhn und BL10 : Wetterlampen 1.Teil".
- 4.-K. Porezag, Lapis, 9(1), 15 (1984), "Davy, Brathuhn und BL10. Wetterlampen 2. Teil".
- 5.-K.Porezag, "Des Bergmanns Geleucht, Zweiter Band, Offenes Geleucht : Karbidlampen", Verlag Glückauf GmbH, Essen, 1988.
- 6.-W. Börkel, H.Woekner, "Des Bergmanns Geleucht, Vierter Band, Bildatlas vom Kienspanhalter bis zur elektrischen Grubenlampe", Verlag Glückauf GmbH, Essen 1987.
- 7.-J. Caspall, "Fire and light in the home pre-1820", the Antique Collector's Club, Woodbridge, Suffolk, 1987.
- 8.-R. Ehnem, "De verlichting door de eeuwen heen", L.Opdebeek, Antwerpen, 1928.
- 9.-A. De Bruyn, W. Lambert, "La Lampe de Mine, Petit guide pratique à l'intention des amateurs de lampes", 1990.

\*\*\*\*\*

## BEURZEN

#### MAART

- 19-20/3 : Berlijn (D) : Messe Berlin, Halle 11.2 am Funkturm. 10-18u.  
19-20/3 : Keulen (D) : Gürzenich, Martinstrasse. 11-18u.  
20/3 : Duisburg (D) : Mercatorhalle. 10-17u.  
20/3 : Eppelheim (D) : Rhein-Neckar-Halle. 9-17u.  
20/3 : Kempen, Niederrhein (D) : 9-17u.  
26-27/3 : Aken (D) : Eurogress, Aken, Monheimsallee. 11-18u.  
26-27/3 : Den Haag (Nl) : Nederlands Congresgebouw.  
26-27/3 : Wenen (O) : Rudolfsheim, Haus der Begegnung, Schwendergasse. 10-16u.